

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до проведення практичних занять
з дисципліни

**ВИПРОБУВАННЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ**

*(для студентів 4, 5 курсів усіх форм навчання за напрямом підготовки
0922 (6.050702) «Електромеханіка» спеціальності
«Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»)*

Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «ВИПРОБУВАННЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ» (для студентів 4, 5 курсів всіх форм навчання напряму підготовки 0922 (6.050702) «Електромеханіка» спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; Д. Ю. Зубенко. Х. : – ХНАМГ: 2012. – 36 с.

Укладач: Д. Ю. Зубенко

Рецензент: доц. М. А. Голтв'янський

Рекомендовано кафедрою електричного транспорту, протокол № 10 від 11.05.2010 р.

Практична робота № 1

ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ЦИКЛУ РЕМОНТУ РУХОМОГО СКЛАДУ ШЛЯХОМ ПОБУДОВИ ЛІНІЙНОГО ГРАФІКА РОБІТ

Мета заняття:

1. Закріпити теоретичні знання з визначення циклу ремонту виробів;
2. Отримати практичні навички побудови лінійного графіка узгодження ремонтних робіт.

Основні поняття

Відповідно до ГОСТ 3.1109-82 під виробничим процесом ремонтного підприємства розуміють сукупність дій людей, засобів виробництва і окремих процесів, що проводяться для отримання працездатного рухомого складу (РС) з числа тих, які частково втратили працездатність.

Виробничий процес складається з цілого ряду технологічних процесів. Під технологічним процесом відповідно до ГОСТ 3.1109-82 розуміють частину виробничого процесу, що містить цілеспрямовані дії щодо зміни форми, розмірів, властивостей матеріалу або стану предмета праці.

Технологічний процес включає в себе технологічні операції.

Технологічна операція – це закінчена частина технологічного процесу, що виконується на одному робочому місці. Кількість технологічних операцій, що входять до виробничого процесу, можна подати в такій послідовності:

1. передремонтне діагностування;
2. підготовка РС до ремонту;
3. очищення і миття РС;
4. розбирання на вузли і агрегати;
5. остаточне очищення і миття;
6. доставка вузлів і агрегатів на ділянки їх ремонту;
7. розбирання вузлів і агрегатів на деталі на ділянках їх ремонту;
8. очищення, миття і продувка деталей;
9. дефектація деталей вузлів і агрегатів;
10. сортування деталей на придатні, непридатні і такі що потребують ремонту;
11. доставка деталей:
 - придатних** – на ділянку збирання вузла або агрегату;
 - непридатних** – в металобрухт;
 - що потребують ремонту** – на ділянку відновлення;
12. відновлення деталей;
13. комплектування деталей вузлів і агрегатів;
14. збирання вузлів і агрегатів, випробування і обкатка;
15. фарбування вузлів і агрегатів;
16. комплектування вузлів і агрегатів РС;
17. збирання рухомого складу;
18. збирання, регулювання і випробування після збирання;
19. фарбування рухомого складу;

20. діагностування після ремонту;
21. прийняття РС після ремонту.

Виробничий процес ремонту характеризується сукупністю показників. Одним з основних є тривалість циклу ремонту виробів (машин, агрегатів, вузлів). Цей показник характеризує досконалість організації виробничого процесу ремонтного підприємства. Фізичний зміст тривалості циклу ремонту виробу складає тривалість перебування цього виробу в ремонті.

Найбільш точно тривалість циклу визначають шляхом побудови лінійного графіка узгодження ремонтних робіт.

Вихідні дані для його побудови:

- ✓ розроблений технологічний процес ремонту виробу;
- ✓ розряд робітника при виконанні кожної технологічної операції на робочому місці;
- ✓ загальний такт ремонту виробів.

Послідовність побудови:

1. На подвійному аркуші паперу викреслюють табл. 1 за спеціально встановленою формою.

2. У таблицю спочатку заносять номери робочих місць і найменування технологічних операцій відповідно до розробленого технологічного процесу.

3. Користуючись типовими нормами на ремонт виробу, в таблицю вносять розряд роботи і трудомісткості ремонту кожної технологічної операції.

4. Визначають загальний такт ремонту:

$$\tau = \frac{\Phi_d}{N}, \quad (1)$$

де Φ_d – дійсний фонд часу ремонтного підприємства;
 N – його виробнича програма.

5. Визначають розрахункову кількість робітників на певному робочому місці:

$$P_p = \frac{T_p}{\tau}, \quad (2)$$

де T_p – трудомісткість робіт на певному робочому місці.

6. Робочі місця комплектують у пости за ознакою подібності виконуваних на цих робочих місцях операцій, близькості за розрядом і з урахуванням найповнішого завантаження (при цьому недовантаження допускається до 5, а перевантаження – 15%).

7. Визначають завантаження робітника на кожному посту:

$$Z_p = \frac{P_p}{P_{\text{пр}}} \cdot 100, \quad (3)$$

де $P_{\text{пр}}$ – прийнята кількість робочих місць на посту.

8. Для технологічних операцій, де беруть участь більше двох чоловік, розраховують кількість робочих місць:

$$m = \frac{T_p}{\tau \cdot P_0 \cdot z}, \quad (4)$$

де P_0 – кількість виконавців на одному робочому місці (щільність виконання робіт);

z – кількість змін роботи підприємства.

При формуванні робочих місць необхідно прагнути до отримання їх мінімального числа. Цього можна досягти збільшенням кількості виконавців на одному робочому місці з урахуванням характеру і звучності виконання роботи, маси і габаритів виробів. Наприклад, для розбирання та збирання вузлів і агрегатів РС на одному робочому місці рекомендується мати 2-4 чоловіки.

9. Трудомісткість робіт по кожному робочому місцю встановлюють, виходячи з кількості виконавців на одному робочому місці, за формулою:

$$T_{pm} = \frac{T_p \cdot P_0}{P_{пр}}, \quad (5)$$

10. Отримані розрахункові дані по формуванню робочих місць заносять у відповідні стовпці табл. 1 лінійного графіка.

11. Визначають тривалість виконання робіт (технологічних операцій) на кожному робочому місці:

$$t_i = \frac{T_{pm}}{P_0 \cdot k_3}, \quad k_3 = \frac{P_p}{P_{пр}}, \quad (6)$$

де k_3 – коефіцієнт, що враховує завантаження робітників на робочому місці:

12. Тривалість кожної операції у прийнятому масштабі відкладають на графіку у вигляді відрізка прямої, біля якого вказують номер робітника, який виконує цю роботу.

При кількох виконавцях на одному робочому місці тривалість виконуваної роботи зображують паралельними лініями, кількість яких відповідає числу виконавців. При недостатньому завантаженні робітника на одному виді робіт і довантаженні його іншим видом робіт зв'язок між цими роботами показують вертикальною лінією. Якщо організація виробництва передбачає кілька однакових робочих місць, то тривалість виконання робіт на певному робочому місці показують суцільною лінією, а на наступних - пунктирними. Для зменшення тривалості циклу виробництва доцільно найбільшу кількість робіт проводити паралельно з урахуванням технологічної можливості. Наприклад, ремонт вузлів і відновлення окремих деталей повинні починатися тільки після дефектації. Закінчення мийних робіт необхідно планувати на 1-2 год. пізніше розбірних, а дефектацію через 1-2 год. після закінчення миття. Не можна починати збирання вузла або агрегату, не закінчивши ремонт базової деталі.

Відрізки на графіку, що визначають всі ці види робіт, повинні відповідати технологічному часу.

13. За графіком визначають тривалість циклу, який відображає тільки технологічний час $t_{\text{техн.}}$.

Загальна тривалість циклу виробництва з урахуванням часу на контроль, транспортування, комплектування перед збиранням і міжопераційний час:

$$t = (1,10 - 1,15) \cdot t_{\text{техн.}} \quad (7)$$

Технологічна інструкція до виконання завдання

1. У ході домашнього опрацювання вивчити:

- ✓ деталізований виробничий процес ремонту трамвайного вагону, тролейбуса, візка трамвайного вагону, заднього моста тролейбуса;
- ✓ усвідомити конструкцію РС;
- ✓ накреслити таблицю 1.

2. Перед проведенням заняття навчальну групу розділити на чотири бригади:

- ✓ перша бригада визначає тривалість циклу ремонту трамвайного вагона;
- ✓ друга – трамвайного візка;
- ✓ третя – тролейбуса;
- ✓ четверта – заднього моста тролейбуса.

3. Визначення тривалості циклу ремонту заданого виробу починати з розробки технологічного процесу ремонту.

4. Трудомісткість робіт (операцій) визначити, виходячи з типових норм часу, викладених в (3, 4).

5. Для визначення загального такту ремонту дійсний фонд часу розрахувати за умови 8 годинного робочого дня і 24-денної відпустки, тобто $\Phi_d = 1826$ год.

6. Відповідно до вище викладеної методики побудувати лінійний графік узгодження робіт і визначити технологічну складову тривалість циклу.

7. Тривалість циклу ремонту встановити, виходячи із співвідношення (7).

8. Оформити звіт і захистити роботу.

Контрольні запитання

1. Розкрийте фізичний зміст понять: виробничий процес, технологічний процес, технологічна операція.

2. Викладіть послідовність технологічних операцій при ремонті.

3. Назвіть основні показники виробничого процесу, вкажіть порядок їх визначення.

4. Викладіть особливості визначення циклу виробничого процесу ремонту.

5. Викладіть методику побудови лінійного графіка узгодження ремонтних робіт.

Практична робота № 2

РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Мета заняття:

1. Отримати практичні навички розрахунку показників виробничого процесу ремонтного підприємства;
2. Усвідомити характер роботи спеціаліста з ремонту РС міського електротранспорту.

Основні відомості

При розробці виробничого процесу ремонтного підприємства виникають труднощі з узгодженням окремих операцій і технологічних процесів у часі, обґрунтуванням та вибором методів ремонту.

З цією метою використовують такі показники (параметри): виробнича програма, виражена кількістю ремонтів; трудомісткість виконуваних робіт у годинах робочого часу; режим праці й фонд часу; кількість робочих місць; кількість обладнання; розмір площі дільниці (цеху, ремонтного підприємства); такт виробництва; цикл ремонту; фронт ремонту; коефіцієнт завантаження підприємства.

Виробничу програму визначають аналітичним, графічним або табличним способом.

Він враховує залежність між плановим завантаженням машин і їх міжремонтними напрацюваннями.

Залежність виражається такими формулами:

1. число капітальних ремонтів даної марки машини (вузла або агрегату):

$$N_k = \frac{W_r + W_k}{M_k}, \quad (8)$$

де W_r – планове річне завантаження машини (км пробігу);

W_k – напрацювання машини від останнього капітального ремонту;

M_k – міжремонтне напрацювання до капітального ремонту машини даної марки (км пробігу);

2. кількість поточних (середніх) ремонтів для машини даної марки:

$$N_m = \frac{W_r + W_m}{M_m}, \quad (9)$$

де W_m – напрацювання від останнього поточного ремонту (км пробігу);

M_m – міжремонтне напрацювання до поточного ремонту машини (км пробігу)

Підсумовуючи отримані розрахункові дані, знаходять річну кількість ремонтів машин.

Методи знаходження і розподілу трудомісткості ремонтних робіт. Знаючи програму ремонту РС (вузла, агрегату), види РС у загальному вигляді виробу N_v даної марки і трудомісткість його ремонту T_v , визначають сумарну трудомісткість ремонтного підприємства (дільниці, цеху) або річний обсяг робіт:

$$T_{\Sigma} = T_v \cdot N_v \quad (10)$$

При різнотипному складі виробів, що ремонтуються, сумарна трудомісткість складається з трудомісткості ремонту виробів різних типів:

$$T_{\Sigma} = T_1 \cdot N_1 + T_2 \cdot N_2 + \dots + T_i \cdot N_i, \quad (11)$$

де T_1, T_2, \dots, T_i – трудомісткість ремонту виробів різних марок.

З метою забезпечення рівномірного завантаження підприємства ремонтні роботи планують шляхом складання календарного плану і побудови графіка завантаження підприємства. У календарному плані вказують крім основних робіт всі інші додаткові види запланованих робіт по самообслуговуванню підприємства.

Таблиця 1

Вид РС	Вид ремонту	Трудомісткість ремонту однієї машини,	Кількість ремонтів	Сумарна трудомісткість ремонту	Число машин, що підлягають ремонту і трудомісткість робіт за місяцями року			
		T_m год.			січень	...	грудень	
					ΣN_1	ΣT_1		ΣN_i ΣT_i

Вихідні дані для планування:

- ✓ річна програма ремонту в кількісній і якісній зміні;
- ✓ обсяг додаткових робіт по самообслуговуванню підприємства;
- ✓ рекомендації по плануванню на підставі досвіду роботи ремонтних підприємств.

Графік завантаження будуть для кожної виробничої дільниці і для ремонтного підприємства в цілому. При цьому на осі абсцис відкладають номінальні фонди часу робітника за кварталами (дні, год.), на осі ординат розрахункове число робітників, необхідних для виконання відповідного виду робіт.

При побудові графіка завантаження дільниці користуються типовим технологічним процесом ремонту.

Після побудови графіків завантаження дільниць їх коригують з метою забезпечення рівномірного завантаження протягом року робітників основних виробничих дільниць.

Режим роботи підприємства обумовлюється тривалістю робочого дня в годинах, встановленою трудовим законодавством залежно від характеру виробництва, умов роботи і числа змін. На ремонтному підприємстві режим роботи планують в одну зміну при перервному робочому тижню. При 5-

денному робочому тижню з двома вихідними днями середня тривалість денної зміни – 8,2, нічної – 6 год.

Фондом часу називають час, протягом якого можуть працювати цех, підприємство, обладнання, робітник. Виходячи з прийнятого режиму роботи підприємства, визначають річні й місячні фонди часу.

Розрізняють календарний (номінальний) і дійсний фонди часу робітників і обладнання.

Календарний фонд часу робітника при 5-денному робочому тижні:

$$\Phi_k = t_z (365 - a_v - a_n), \quad (12)$$

де t_z – тривалість зміни, год.;

a_v, a_n – кількість вихідних і святкових днів на рік.

Дійсний фонд часу Φ_d робітників залежить також від тривалості відпустки, невиходу на роботу через хворобу, з інших причин.

✓ Річний календарний фонд часу робітника:

при 6 год. роботи – $\Phi_{k6} = 6 \cdot (365 - 52 - 8) = 1830$ год.

при 8,2 год. роботи – $\Phi_{k8,2} = 8,2 \cdot (365 - 104 - 8) = 2075$ год.

✓ Втрати робочого часу складають в %:

при 12-денній відпустці – 8;

при 18-денній відпустці – 10;

при 24-денній відпустці – 12.

✓ Дійсний фонд часу робітника:

при 8-годинному робочому дні і 12-денній відпустці:

$$\Phi_{d12} = 2075 \cdot (1 - 0,8) = 1909 \text{ год.}$$

при 8-годинному робочому дні і 18-денній відпустці:

$$\Phi_{d18} = 2075 \cdot (1 - 0,1) = 1868 \text{ год.}$$

при 6-годинному робочому дні і 24-денній відпустці

$$\Phi_{d24} = 1830 \cdot (1 - 0,12) = 1610 \text{ год.}$$

Дійсний (розрахунковий) річний фонд часу обладнання Φ_d являє собою час, протягом якого воно може бути повністю завантажене, тобто:

$$\Phi_{d.o} = \Phi_{k.o} \cdot \eta_v, \quad (13)$$

де η_v – коефіцієнт використання обладнання, що враховує простой при виконанні планово-попереджувальної роботи в робочий час.

$$\eta_v = 0,96 \dots 0,98$$

Після визначення виробничої програми підприємства, режимів його роботи і фондів часу приступають до складання технологічного процесу ремонту кожної ділянки.

- ✓ Такт виробництва знаходиться за формулою:

$$\tau = \frac{\Phi_{\text{д.о.}}}{N} \quad (14)$$

- ✓ Склад виробничих робітників.

Розрізняють списковий $P_{\text{сп}}$ і заявочний P_z , склад робітників, які визначають відповідно за формулами:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{\text{д}}} \quad (15)$$

$$P_z = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{\text{к}}} \quad (16)$$

Заявочний склад робітників не враховує відсутніх робітників з поважних причин (відпустки, хвороба, відрядження).

На ділянках, де переважає машинний спосіб роботи, річний обсяг роботи оцінюють верстатомісткістю (верстат-години).

Число допоміжних робітників відносно спискового складу виробничих робітників складає 12 - 15%. Число ІТП, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу приймають відповідно 8-10, 2-3, 2-4% від кількості виробничих і допоміжних робітників.

Визначення потреби в обладнанні. Для початку на підставі прийнятого технологічного процесу (або маршруту) визначають номенклатуру основного і допоміжного технологічного обладнання на кожній ділянці.

Стандартизоване обладнання встановлюють за каталогами і довідниками. Для не стандартизованого обладнання визначають його характер, призначення і основні технічні характеристики. Потім встановлюють кількісний склад обладнання за видами. При цьому основне технологічне обладнання розраховують залежно від характеру виконуваних робіт.

У вигляді основних вихідних даних використовують:

трудомісткість (верстатомісткість) технологічних операцій, їх тривалість, фізичні параметри оброблюваних виробів.

За трудомісткістю розраховують кількість потрібного обладнання 8 при ручному і машинно-ручному способах роботи (при розбиранні й збиранні, з ремонту кузовів, жерстяницьке-мідницькі й оббивні роботи (верстатомісткість використовують при розрахунках обладнання).

Для машинних робіт (обробка на металорізних верстатах, кувально-пресові операції, механізовані, зварювальні й наплавочні роботи та ін.).

Розрахункова формула для цих випадків має вигляд:

$$S = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{\text{д.о}}} \quad (17)$$

За тривалістю технологічних операцій підраховують кількість потрібного обладнання для зовнішнього миття і миття випарювання деталей агрегатів, випробувань вузлів і агрегатів, фарбування і сушки виробів. У цьому випадку для розрахунків використовують формулу:

$$S = \frac{t_o \cdot N}{\Phi_{\text{д.о}} \cdot n}, \quad (18)$$

де t_o - тривалість технологічної операції з урахуванням часу на завантаження і розвантаження з урахуванням виробів, год.;

n - кількість виробів одночасно оброблюваних кожною одиницею обладнання, шт.

За фізичними параметрами (маса виробів, площа оброблюваних поверхонь на них) підраховують кількість потрібних печей для нагрівання при керуванні й термічній обробці деталей, а також установок для направлення, напилювання, гальванічних і лакофарбових покриттів. Для обробки продукції, що вимірюється в одиницях маси, потребу в обладнанні розраховують так:

$$S = \frac{\alpha \cdot G_r}{q \cdot \Phi_{\text{д.о}}}, \quad (19)$$

де α - коефіцієнт, що враховує втрати часу продуктивної праці обладнання на завантаження і розвантаження (визначається відношенням тривалості повного циклу обробки, включаючи час завантаження, до тривалості власне обробки);

G_r - загальна маса виробів, що підлягають обробці протягом року, кг;

q - продуктивність одиниці обладнання, кг/год.

Обладнання для фарбувальних робіт і напилювання може бути визначене за такою формулою:

$$S = \frac{\alpha \cdot F_r}{f \cdot \Phi_{\text{д.о}}}, \quad (20)$$

F_r - загальна площа поверхні покриття виробів, оброблювана протягом року з урахуванням кількості нанесених шарів;

f - часова продуктивність обладнання при нанесенні одного шару матеріалу, м²/год.

Підйомно-транспортне обладнання вибирають, виходячи із завдань забезпечення своєчасного підйому і переміщення на ділянці оброблюваних виробів за такими параметрами, як маса і габаритні розміри виробів, висота, довжина і траєкторія переміщення вантажів, продуктивність і безпечність виконання робіт.

Однак не все обладнання ремонтного підприємства визначають шляхом розрахунків. Частину обладнання вибирають, виходячи з умов фактичної

необхідності виконання технологічного процесу. Кількість робочих місць m . За видами робіт встановлюють найчастіше за трудомісткістю:

$$m = \frac{T_{\Sigma}}{P_k \cdot n \cdot k_n \cdot k_{p.m}}, \quad (21)$$

де n – кількість змін роботи підприємства;

k_n – коефіцієнт середньої щільності роботи, що дорівнює середній кількості робітників на одному місці;

$k_{p.m}$ – коефіцієнт завантаження робочого місця

При реконструкції ремонтного підприємства або його ділянки складають в першу чергу інвентаризаційну відомість наявного обладнання, де вказують його найменування, тип, кількість, технічні й габаритні характеристики, вартість. Після цього за встановленою методикою доукомплектовують робочі місця обладнанням відповідно до вищевикладених принципів.

Розрахунок поточних ліній. Проводять у випадку поточної організації робіт на підприємствах масового, крупно- і середньосерійного виробництва. У випадку масового і крупносерійного виробництва застосовують, як правило, однопредметні поточні лінії, а при середньосерійному – багатопредметні.

Розрізняють поточні лінії неперервної і періодичної (перервної) дії. Для неперервних поточних ліній основним параметром є швидкість руху конвеєра:

$$v_k = \frac{l_{p.z}}{t_o}, \quad (22)$$

де $l_{p.z}$ – довжина робочої зони (відстань), на якій виконується технологічна операція, м;

t_o – тривалість технологічної операції для одного виробу, хв.

При перервних поточних лініях розрахунки проводять в такій послідовності. Спочатку визначають такт лінії за формулою:

$$\tau_n = \frac{\Phi_{д.о} \cdot 60}{N} \quad (23)$$

Технологічний процес розібрання-збирання на лінії попередньо розбивають на групи робіт, що виконуються на окремих робочих місцях лінії. За роботами на кожному посту визначають трудову трудомісткість T_n і намічають потрібну кількість робітників P_n . За цими даними підраховують окремі такти кожного поста. Для i -го поста окремий такт:

$$\tau_{ni} = \frac{T_n}{P_n} \quad (24)$$

Рівність окремих тактів є обов'язковою умовою функціонування поточних ліній. Тому розраховані попередньо окремі такти треба зрівняти. Таке зрівняння досягається в основному перерозподілом робіт між постами або зміною числа постів.

Прийнятий таким чином такт називають приведеним і позначають $\tau_{\text{пр}}$. Однак дійсний такт τ_d (тобто остаточно встановлений) повинен враховувати і час переміщення виробу з однієї ділянки на іншу. Його визначають за формулою:

$$\tau_d = \tau_{\text{пр}} + \frac{1}{v}, \quad (25)$$

Швидкість переміщення конвеєра звичайно приймають $v = 5 \dots 8$ м/хв.

У випадку, коли технологічний процес виконують на кількох поточних лініях, їх потрібна кількість:

$$i_n = \frac{\tau_{\text{пр}}}{\tau} \quad (26)$$

Довжина конвеєра поточної лінії:

$$L_k = l_k + l_n \cdot m_{\text{р.п}}, \quad (27)$$

де l_k – довжина початкової і кінцевої частини конвеєра, де розміщуються провідна і натяжна станції, м;

l_n – відстань між однойменними тактами сусідніх виробів на конвеєрі, м;

$m_{\text{р.п}}$ – кількість робочих постів.

Розрахунок площ виробничих ділянок. Цей розрахунок проводять за збільшеними показниками і габаритними параметрами обладнання з урахуванням потруби в проходах і проїздах.

За збільшеними показниками площі виробничих ділянок F_d , м^2 , визначають за формулами з урахуванням таких особливостей:

- ✓ для ділянок з невеликою кількістю обладнання з ручним машинно-ручним методом роботи:

$$F_d = f_p \cdot P, \quad (28)$$

де f_p – питома площа на одного робітника;

- ✓ для ділянок, укомплектованих однотипним обладнанням приблизно однакових габаритів (випробувальні станції, ділянки механічної обробки, гальванічних покриттів):

$$F_d = f_s \cdot S, \quad (29)$$

де f_s – питома площа на одиницю обладнання;

- ✓ для ділянок, на площі яких переважають робочі пости з відносно невеликою кількістю обладнання (ділянки ремонту візків, рам, кузовів, регулювання і наладки вузлів після ремонту):

$$F_d = f_m \cdot m, \quad (30)$$

де f_m – питома площа на одне робоче місце;

- ✓ для ділень з різнотипним і великогабаритним обладнанням, що обслуговується невеликою кількістю робітників (ділень розбірно-мийні, ковальсько-ремонтні, фарбувальні, з ремонту кузова та ін.)

$$F_d = f_{пр} \cdot N_{пр}, \quad (31)$$

де $f_{пр}$ – питома площа, приведена на один капітальний ремонт;

$N_{пр}$ – приведена виробнича програма і капітальних ремонтах об'єкта,

Приведеною виробничою програмою користуються в тих випадках, коли на ремонтному підприємстві ремонтують рухомий склад різних моделей.

Приведення програми здійснюють з допомогою коефіцієнта приведення, що є відношенням трудомісткості ремонту РС (вузла, агрегату), приведенного виду $T_{пр}$ до трудомісткості виду РС (вузла, агрегату), взятого за основу, $T_{осн}$:

$$N_{пр} = \frac{T_{пр}}{T_{осн}} \quad (32)$$

Величини питомих площ приймають за даними аналогічних ділень передових ремонтних підприємств, а також за довідковою літературою. Окремі питомі значення наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Дільниця, відділення розрахунку	Показники для		
	f_m, m^2	f_p, m^2	δ
1. Розбірно-мийна дільниця з відділеннями в тому числі:	50-60	25-35	4,0-4,5
Зовнішньої очистки	30-40	30-40	3,5-4,0
Розбірним	60-70	20-30	4,0-4,5
Мийним	30-40	30-40	3,5-4,0
2. Збиральна дільниця з комплектуючими відділеннями			
3. Електротехнічна дільниця з випробувальною станцією	45-50	30-40	4,0-4,5
4. Дільниця по відновленню деталей, в тому числі відділення:			
Слюсарне	10-15	10-15	3,0-3,5
Механічне	10-15	10-15	3,0-3,5
Ковальське	25-30	20-25	5,0-5,5
Гальванічне	20-25	25-30	5,0-5,5
Зварювальне	20-25	20-25	5,0-5,5
Полімерне	15-20	25-30	4,0-4,5

Площі виробничих ділень за габаритними параметрами обладнання з урахуванням проходів і проїздів підраховують за формулою:

$$F_d = k_y (F_1 \cdot S_1 + F_2 \cdot S_2 + \dots + F_n \cdot S_n), \quad (33)$$

де k_y – коефіцієнт переходу від площі зайнятої власне обладнанням, до площі ділянки з урахуванням його призначення;

F_1, F_2, \dots, F_n – площі у плані, зайняті обладнанням 1, 2, ..., n-го типу;

S_1, S_2, \dots, S_n – кількість обладнання відповідного типу.

Значення k_y звичайно приймають рівним для ділень:

- ✓ слюсарно-механічної, комплектувальної, дефектації і сортування деталей – 3,0...3,5;
- ✓ розбірно-мийної для агрегатів, збирання агрегатів, термічного, відновлення базових деталей – 3,5...4,0;
- ✓ малярної, регулювальної, деревообробної – 4,5...5,0.

Розрахунок потреби в енергоресурсах.

Річна витрата електроенергії знаходиться за формулою:

$$W = W_c + W_{осв}, \quad (34)$$

де $W_c, W_{осв}$ – витрата електроенергії власне на роботу обладнання і на освітлення приміщень, кВт·год.

Силова електроенергія знаходиться за формулою:

$$W_c = \sum_{i=1}^n P_{yi} \cdot \Phi_{д.о} \cdot \eta_3 \cdot k_{\pi}, \quad (35)$$

де $\sum_{i=1}^n P_y$ – сума потужностей усіх силових струмоприймачів на обладнання, кВт;

$\eta_3 = 0,75$ – коефіцієнт завантаження обладнання;

k_{π} – коефіцієнт попиту, що враховує неодноразовість роботи споживачів електроенергії (0,3...0,5).

Коефіцієнт завантаження обладнання є відношенням числа годин роботи обладнання, необхідного для виконання виробничої програми цеху (ділянки), за певний період (розрахункове завантаження обладнання) до дійсного фонду часу цього обладнання за той самий період при встановленому режимі роботи.

Витрати електроенергії на освітлення, кВт·год., визначається за формулою:

$$W_{осв} = R \cdot F_d \cdot t_{осв}, \quad (36)$$

де R – норма витрати електроенергії, Вт, на 1 м² площі підлоги ділянки за 1 год. приймають $15 \dots 20 \frac{\text{Вт} \cdot \text{год.}}{\text{м}^2}$;

F_d – площа підлоги ділянки, м²;

$t_{\text{осв}}$ – кількість годин роботи освітлювальних приборів протягом року (в середніх широтах при однозмінній роботі $t_{\text{осв}} = 800$, а при двозмінній – 2250 год.).

Стиснуте повітря застосовують для приводу пневматичних інструментів (гайковерти, клепальні установки, пневматичні підйомники), фарборозпилювачі, установок для напилювання металу, очищення деталей піском (піскоструминні апарати), дробом, кісточковою кришкою, а також для продування деталей каналів і трубопроводів, обдування деталей при збиранні агрегатів.

Річна витрата стиснутого повітря на ділянці знаходиться за формулою:

$$Q_{\text{св}} = k_{\text{в}} \sum_{i=1}^k q \cdot k_{\text{п}} \cdot \Phi_{\text{д.о}} \cdot k_{\text{одн}}, \quad (37)$$

де $k_{\text{в}} = 1,2 \dots 1,4$ – коефіцієнт втрат через нещільність стиків трубопроводів;

q – питома витрата стиснутого повітря одним споживачем при безперервній роботі (визначають за паспортом), $\text{м}^3/\text{год.}$;

n – кількість однойменних споживачів стиснутого повітря;

$k_{\text{п}}$ – коефіцієнт попиту;

$k_{\text{одн}}$ – коефіцієнт одночасності використання однойменних споживачів, який приблизно дорівнює: 0,7 при $n = 10-14$, 0,6 при $n = 15-13$.

Таблиця 4

Споживачі стиснутого повітря	$q, \text{м}^3/\text{год.}$	$k_{\text{п}}$
Пневматичні гайковерти і викрутки	12 - 120	0,2 - 0,4
Ручні пневматичні, шліфувальні, свердлильні машинки	18 - 100	0,2 - 0,4
Металінійні апарати	36 - 72	0,4 - 0,6
Піскоструминні апарати	114 - 363	0,4 - 0,6
Фарборозпилювачі	12 - 18	0,4 - 0,6
Затискачі патрони до верстатів і стендів	3 - 6	0,4 - 0,6
Пневматичні поршневі підйомники	2,4 - 15	0,10 - 0,15
Установка для порошкового напилювання	12 - 18	0,15 - 0,20
Установка для обдування деталей	36 - 60	0,10 - 0,15
Установка для очищення деталей кісточковою кришкою	60 - 90	0,4 - 0,6

Виробнича пара в умовах ремонтного підприємства використовується для підтримування теплового режиму в мийних машинах, виварювальних і гальванічних ваннах, для випарювання агрегатів і зігрівання сушильних камер та інших цілей.

Потребу в парі для підігрівання мийних машин, сушильних камер визначають з розрахунку 80-100 кг/год. при $P = 300-500$ кПа на 1000 кг маси деталей, що нагріваються.

Витрата пару на розігрівання установок складає 200-250% від витрати пари в робочому режимі.

Витрата пару споживачами в гальванічних цехах визначається за паспортними даними обладнання або спеціальним тепловим розрахунком.

Для приготування охолоджувальних рідин (емульсій) витрачається 0,15-0,2 кг пари при $P = 150$ кПа на 1 л витраченої рідини за 1 рік.

Водопостачання ремонтного підприємства здійснюють звичайно від міської водопровідної мережі для виробничих і господарсько-питних потреб.

Для виробничих потреб застосовують системи повторного і зворотного водопостачання з використанням градирень та інших установок для охолодження циркулюючої води.

На виробничі потреби визначають витрату води, виходячи з таких норм:

- ✓ на зовнішнє миття трамваю потрібно 300, тролейбуса – 400 м³ води;
- ✓ при промиванні деталей в баках місткістю 1,2-2,5 м³ витрати води складають 10-13 л/год.;
- ✓ для знежирювання і промивання деталей в мийних машинах годинна витрата води досягає 0,15-0,50 м³ на 1 т оброблюваних виробів;
- ✓ охолодження при загартуванні НВЧ потребує орієнтовно 4-6 м³/год. води на одну гартувальну установку при її потужності не вище 100 кВт·год.;
- ✓ на охолодження мастила і деталей при їх загартуванні витрата води може досягати 5-8 м³ на 1 т загартованих виробів.

Горючі гази (ацетилен, кисень) використовують для газового зварювання і різання) газоплазмового напильовання металів. Річна витрата ацетилену:

$$Q_a = \sum_{k=1}^l q_a \cdot T_p \cdot k_n \cdot l, \quad (38)$$

де q_a – середньогодинна витрата ацетилену пальником, що використовується на даному виді робіт;

T_p – річний обсяг даного виду робіт;

$k_n = 0,5$ – коефіцієнт попиту;

l – кількість видів робіт, виконуваних газоплазмовим способом.

Витрата кисню при отриманні ацетиленокисневого полум'я на 10% більше ацетилену.

Природний газ на ремонтних підприємствах використовують у нагрівальних і термічних печах, сушильних установках, пальниках при паянні радіаторів. Витрати природного газу за укрупненими розрахунками можна встановити, виходячи з таких норм, м³/год.:

1. нагрівальні камерні печі з площею підлоги 0,5-1 м²:

при низькому тиску газу ($5 \cdot 10^5$ Па) – 15-35;

при високому тиску газу ($3 \cdot 10^5$ Па) – 22-57;

2. термічні камерні печі з площею підлоги 0,5-1 м²:
при низькому тиску газу – 10-17;
при високому тиску газу – 12-22;
3. пальник для паяння – 4.

Тривалість користування газом окремими видами обладнання приймають за даними розрахунку обладнання з урахуванням коефіцієнта змінності.

Визначення головного параметра виробництва – фронту ремонту.

Фронт ремонту f – це число виробів, що одночасно знаходяться в ремонті. Його визначають за формулою:

$$f = \frac{t}{\tau}, \quad (39)$$

де t – загальна тривалість циклу виробництва з урахуванням часу на контроль, транспортування, комплектування перед збиранням, між операційний час, тобто час від початку першої до кінця останньої операції.

Загальна тривалість циклу виробництва, що показує тільки технологічний час

$$t = (1,10 \dots 1,15) \cdot t_{\text{тех}} \quad (40)$$

де $t_{\text{тех}}$ – тривалість циклу виробництва, що відображає тільки технологічний час.

Цю величину визначають побудовою графіка ремонтного циклу у вигляді лінійного або сітьового графіків.

Визначення коефіцієнта завантаження підприємства (цеху, дільниці) $k_{з.п}$

Цей коефіцієнт – ефективний показник підприємства. Він повинен наближатися до одиниці. Його знаходять за формулою:

$$k_{з.п} = \frac{N}{N_{\text{пр.з}}}, \quad (41)$$

де $N_{\text{пр.з}}$ – пропускна здатність підприємства, що характеризується кількістю виробів, які можуть бути відремонтовані за певний проміжок часу.

$$N_{\text{пр.з}} = \frac{f \cdot \Phi_{\text{д.о}} \cdot z}{t}, \quad (42)$$

де z – кількість змін.

Послідовність розрахунку

1. Підготувати і отримати у викладача вихідні дані.
2. Обґрунтувати призначення ремонтного підприємства (цеху, дільниці).
3. Розробити технологічний процес ремонту.
4. Встановити виробничу програму.
5. Визначити річний обсяг робіт і розподілити трудомісткості ремонтних робіт шляхом складання календарного плану і побудови графіка завантаження

підприємства і розрахункової відомості, використовуючи типові норми на ремонт трамваю, тролейбуса.

6. Визначити календарні й дійсні фонди часу робітників і обладнання.

7. Визначити склад, кількість робітників за категоріями, середні розряди виробничих робітників, розподіл всіх робочих ділянок за змінами. Результати занести в розрахункову відомість.

8. Розрахувати і підібрати основне технологічне обладнання. Результати занести в зведену відомість.

9. Підібрати допоміжне і підйомно-транспортне обладнання.

10. Вибрати потрібні площі ділянок.

11. Розрахувати потребу в енергоресурсах.

12. Виконати планування ділянок (при курсовому або дипломному проектуванні).

13. Визначити такт виробництва і фронт ремонту.

14. Розрахувати пропускну здатність підприємства.

15. Визначити коефіцієнт завантаження підприємства.

Контрольні запитання

1. Якими параметрами характеризується виробничий процес ремонтного підприємства?

2. Які особливості режиму роботи ремонтного підприємства РС?

3. Який порядок вибору нестандартного обладнання ділянок ремонтного підприємства?

4. Коли розрахунок площ виробничих ділянок проводять за укрупненими показниками?

5. Яка необхідність проводити розрахунки потреби в енергоресурсах?

Практична робота № 3

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗА ПОДЕФЕКТНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ

Мета заняття:

Сформувати навички розробки технологічного процесу відновлення деталей.

Зміст роботи:

Підготовка вихідних даних, призначення можливих засобів усунення дефектів деталі, розробка змісту операцій при дефектній технології.

Основні поняття

Відповідно до ГОСТ 31109-82 **виробничий процес капітального ремонту** – це сукупність основних і допоміжних операцій, виконуваних в умовах

конкретних ремонтних підприємств з метою перетворення непрацездатного РС, що досяг граничного стану, в працездатний з потрібним ресурсом.

Частину виробничого процесу, що вміщує цілеспрямовані дії по зміні і (або) визначенню стану предмету праці, називають **технологічним процесом**.

Технологічний процес може стосуватися виробу, його основної складової частини або методів обробки, формування і збирання.

Технологічний процес складається з технологічних операцій, кожна з яких являє собою закінчену частину процесу, виконану на одному робочому місці.

Технологічна операція включає в себе ряд елементів:

- ✓ **технологічний перехід** – закінчена частина технологічної операції, виконується одними засобами технологічного обладнання при постійних технологічних режимах і установках;
- ✓ **допоміжний перехід** – закінчена частина технологічної операції, що складається з дії людини і (або) обладнання, які не супроводжуються зміною властивостей предметів праці, але необхідні для виконання технологічного переходу (наприклад) закріплення заготовок, зміна інструменту);
- ✓ **установ** – частина технологічної операції, виконувана при незмінному закріпленні оброблюваних заготовок або одиниці, що збирається;
- ✓ **позиція** – фіксоване положення, що займається незмінно закріпленою заготовкою або, одиницею, яка збирається разом з пристроями та інструментом або не рухомою частини обладнання при виконанні певної частини операції.

Стандартом встановлено два види технологічних процесів відновлення деталі: **одиничний і типовий**.

Одиничний технологічний процес стосується виробів одного найменування, типорозміру і виконання незалежно від типу виробництва.

Типовий – це технологічний процес виготовлення групи виробів із спільними конструктивними і технологічними ознаками.

Кожен вид технологічного процесу характеризується такими ознаками:

1. основним призначенням процесу: робочий; перспективний. Робочий технологічний процес виконується за робочою технологічною і (або) ж конструкторською документацією. Перспективний процес відповідає сучасним досягненням науки і техніки, методи і засоби його здійснення повністю або частково належить освоїти на підприємстві;

2. ступенем деталізації змісту процесу: маршрутний; операційний; маршрутно-операційний. Маршрутний технологічний процес (маршрутна технологія) виконується за документацією, в якій зміст операцій викладається без указання переходів і режимів обробки. Операційний технологічний процес (операційна технологія) виконується за документацією, в якій зміст операцій викладається з зазначенням переходів і режимів обробки. Маршрутно-операційний технологічний процес виконується за документацією, в якій зміст окремих операцій викладається без зазначенням переходів і режимів обробки.

Підсистема проектування технологічних процесів – складова частина системи технологічної підготовки виробництва.

Під **технологічною підготовкою виробництва** розуміють сукупність взаємно зв'язаних процесів, що забезпечують технологічну готовність підприємства до випуску виробу вказаного рівня якості при встановлених строках, обсягу і затратах.

При розробці технологічного процесу відновлення деталі необхідно:

- ✓ встановити зміст і кількість операцій, на які цей процес повинен бути розрахований;
- ✓ встановити зміст і кількість допоміжних і технологічних переходів, послідовність їх виконання;
- ✓ підібрати обладнання, пристрої і інструмент, з допомогою якого можна досягти мети операції;
- ✓ призначити режим різання;
- ✓ встановити технічно обґрунтовані норми часу;
- ✓ встановити кваліфікації виконавців;
- ✓ оформити відповідні технологічні документи.

Зміст кожної технологічної операції розробляють в такій послідовності:

1. визначають способи усунення дефектів;
2. визначають перелік і обсяг (роботи) операцій (слюсарних, зварювальних, наплавних та ін.) для подефектної технології;
3. для кожної операції визначають зміст і послідовність виконання допоміжних і технологічних переходів.

При виборі способу усунення дефекту використовують відповідно до ГОСТ таблицю, де вказані параметри критерію застосування і способи відновлення.

Параметрами критерію застосування прийнято вважати матеріал відновлюваної деталі, вид і розміри ремонтної поверхні, вид і характер дефектів, умови роботи.

Прийнято такі скорочення найменувань способів відновлення:

РР – спосіб ремонтних розмірів;

ДРД – додаткова ремонтна деталь;

Д – пластичне деформування-тиснення;

Х – хромування;

З – залізнення;

Н – наплавлення;

СМ – синтетичні матеріали;

РГЗ – ручне газове зварювання;

РГН – ручне газове наплавлення;

РДЗ – ручне електродугове зварювання;

РДН – ручне електродугове наплавлення;

НФШ – наплавлення під шаром флюсу;

ВДН – вібродугове наплавлення;

НВГ – наплавлення у середовищі вуглекислого газу;

ПН – плазмове напилювання.

Під параметром службової характеристики способу усунення дефекту розуміють значення показників, їх технологічних можливостей (твердість покриття, товщина шару покриття, швидкість відкладення та ін.).

Для кожної операції визначають зміст і послідовність виконання допоміжних і технологічних переходів.

Операцію нумерують тризначним числом, кратним п'яти – 005, 010, 015 і т.д. і називають відповідно до ГОСТ 3.1702-79 за обладнанням, на якому її виконують:

- ✓ на токарному верстаті – **токарна**;
- ✓ на розточувальному – **розточувальна**;
- ✓ на фрезерному – **фрезерна**;
- ✓ на свердлильному – **свердлильна**;
- ✓ на пресі – **пресова**.

Послідовність операцій визначають таким чином, щоб операції, які забезпечують більш високий клас шорсткості, виконувались в останню чергу і щоб наступні операції не погіршували рівень технологічних показників, досягнутих в попередніх технологічних операціях.

Допоміжні й технологічні переходи позначають цифрами 1, 2, 3 та ін. Запис технологічного переходу починають з ключового слова - точити, свердлити, фрезерувати і ін.; потім вказують наступну інформацію, наприклад: свердлити глухий отвір $\varnothing 10^{+0,02}$ і $l = 15$

Розмірність всіх лінійних величин - міліметри (при запису її не вказують). Параметри конструктивно-технологічної характеристики (КТХ) відновлюваної деталі:

- ✓ клас деталі, матеріал;
- ✓ ремонтвані поверхні;
- ✓ жорсткість;
- ✓ вимоги до точності розміру, форми і розташування.

Методика розробки технологічного процесу відновлення деталі за подефектною технологією

1. Відшукати на кресленні деталі її дефектні поверхні.
2. Використовуючи ремонтне креслення, технічні вимоги до дефектації, взяті з “Керівництва по капітальному ремонту рухомого складу”. Типовий технологічний процес на відновлення деталі даного класу, ГОСТ, встановити і занести в табл. 4 параметри КТХ відновлюваної деталі.
3. Визначити і записати до табл. 4 параметри критерію застосування відновлюваної деталі.
4. Визначити способи усунення кожного дефекту деталі; при цьому з відомих способів відновлення вибрати ті, що найкраще відповідають параметрам критерію застосування. Вибір способу усунення дефектів здійснити заповненням табл. 5.
5. Розробити схеми технологічних процесів усунення кожного дефекту окремо (тобто розробити подефектну технологію), для чого необхідно:

- ✓ відповідно до вибраних способів ремонту призначити обсяг, послідовність, мету виконання робіт (операцій), орієнтуючись на зміст типового технологічного процесу для деталей даного класу;
- ✓ запропонувати схему базування і закріплення деталей для кожної операції;
- ✓ для кожної операції визначити зміст і послідовність виконання допоміжних і технологічних переходів.

Приклад розробки технологічного процесу відновлення балки переднього моста тролейбуса ЗіУ-9

1. Вихідні дані.

1. Відновлювана деталь і маршрут ремонту, вид і характер дефектів:
зношення отвору під шворінь $B = 0,15$ мм;
зношення торців бобишки $B = 0,85$ мм.

2. Конструктивно-технологічна характеристика відновлюваної деталі (табл. 4).

3. Основні вимоги “Керівництва по капітальному ремонту тролейбуса ЗіУ-9”:

- ✓ розміри отвору під шворінь:
за робочим кресленням – $\varnothing 38,06^{+0,35}_{+0,10}$

Таблиця 4

Параметри КТХ.

№ п/п	Параметр КТХ	Значення
1	Клас деталі, матеріал	Неповні стержні, сталь 45 ГОСТ 1050-74
2	Ремонтовані поверхні	Отвір під шворінь, торці бобишки
3	Жорсткість	Отвори торців $R_a = 1,25 \dots 0,63$ мкм; $R_a = 2,5 \dots 1,25$ мкм;
4	Вимоги до точності: розміру форми розташування	$G7_1 T_d = 0,25$ мм; $H10_1 T_2 = 0,14$ мм У межах допуску на розмір не перпендикулярність торців бобишки відносно отвору під шворінь – $0,1$; Нахил отвору під шворінь до вертикальної осі – $8^\circ 15'$.

Таблиця 6

Параметри критерію застосування

№ п/п	Параметр критерію	Значення	Способи відновлення	
			не застосовані	застосовані
1	Матеріал деталі	Сталь 45 ГОСТ 1050-74	Немає	Всі відомі
2	Вид і розміри відновлюваної деталі поверхні	1. Отвір наскрізний гладкий Ø38,65 z = 93 мм	1. Х, 3, РГЗ, РДЗ, НФЗ, НВГ – їх службові характеристики не забезпечують цей параметр критерію застосування РР, Д – за умовами застосування.	1. ДРД, СМ
		2. Торцева Ø70 мм гладка з отвором	2. Д – за умовами міцності ДРД – не технологічність застосування Х, 3, ВДН, НФС, НВГ – їх службові характеристики не забезпечують даний параметр критерію застосування	2. РГЗ, РДЗ, СМ, РР, Н
3	Вид і характер дефекту	1. Отвір останнього РР з деформованими стінками на 0,15 мм	1. Відповідає рішення за попереднім параметром	1. ДРД, СМ
		2. Нерівномірне спрацювання і зношення торця на 0,35 мм	2. Відповідає рішення за попереднім параметром	2. РГЗ, РДЗ, СМ, РР, Н
4	Умови роботи	1. Вібродинамічні v знакоперемінні навантаження і змінання	1. Відповідає рішення за попереднім параметром доп. СМ	1. ДРД
		2. Тертя ковзання, граничне в умовах значних статичних і динамічних навантажень	2. Відповідає рішення за попереднім параметром і додатково РГЗ, РДЗ, СМ, Н	

допустимі без ремонту – Ø38,07;

ремонтні – $D_{p1} = 38,2507$, $D_{p2} = 38,5007$

бракувальні ознаки – бракувати при товщині стінки середньої частини менше 9,9 мм.

- ✓ висота бобишки:

за робочим кресленням – 93, h 10_{-0,14};

допустима без ремонту – 89,0 (за умови нерівномірного зношення);

бракувальні ознаки – бракувати при розмірі менше 89,0 мм.

2. Виявлення способів усунення дефектів.

Способи усунення дефектів виявляють за розробленою методикою, що викладена вище, і заповненням табл. 5.

Розглянувши вказані в таблиці способи ремонту, можна зробити висновок, що тільки ДРД і РР відповідають за технологічними характеристиками вимогам критерію застосування стосовно дефектів 1 і 2 балки переднього мосту тролейбуса ЗІУ-9.

3. Схема технологічного процесу усунення дефектів (подефектна технологія):

Дефект 1 – зношення отвору під шворінь.

4. 005 – свердлильна:

- ✓ зенкувати і розвернути отвір під шворінь для встановлення ремонтної втулки.

010 – пресова:

- ✓ запресувати ремонтну втулку.

015 – свердлильна:

- ✓ розвернути отвір в ремонтній втулці під розмір робочого креслення.

020 – контрольна:

- ✓ перевірити діаметр отвору, шорсткість, висоту, бобишки.

5. Балку встановити у пристрій майданчиками під ресори і кріпити пневмостискачами.

6. 005 – свердлильна:

- ✓ встановити балку в пристрій на верстат (зняти);
- ✓ зенкувати і розвернути отвір під шворінь по $\varnothing 44^{+0,605}_0$;

010 – пресова:

- ✓ встановити балку на підставку преса (зняти);
- ✓ запресувати ремонтну втулку в отвір бобишки;

015 – свердлильна:

- ✓ встановити балку в пристрій на верстат (зняти);
- ✓ розвернути отвір у втулці до $\varnothing 38,06^{+0,35}_{+0,10}$;

- ✓ зенкувати отвір на $2 \times 45^\circ$;
- ✓ повернути балку на 180° ;
- ✓ зенкувати отвір з другого боку на $2 \times 45^\circ$;

020 – фрезерна:

- ✓ встановити балку в пристрій верстата (зняти);
- ✓ фрезерувати торці бобишки “начисто” парними фрезами;
- ✓ притупити гострі кромки.

025 – контрольна:

- ✓ перевірити діаметр отвору, його шорсткість, відхилення від форм і розташувань.

Дефект 2 – зношення торців бобишки.

7. 005 – фрезерна:
 - ✓ фрезерувати торці бобишки парними фрезами “начисто”.
- 010 – свердлильна:
 - ✓ зенкувати отвір під шворінь з обох боків;
- 015 – контрольна:
 - ✓ перевірити висоту бобишки і розміри фаски.
8. Балку встановити в пристрій майданчиками під ресори і кріпити пневмостискачами.
- 3.6. 005 – фрезерна:
 - ✓ встановити балку в пристрій верстата (зняти);
 - ✓ фрезерувати торці бобишки “начисто” парними фрезами;
- 010 – свердлильна:
 - ✓ встановити балку в пристрій верстата (зняти);
 - ✓ зенкувати отвір під шворінь $2 \times 45^\circ$;
 - ✓ повернути балку в пристрої на 180° ;
 - ✓ зенкувати отвір під шворінь в $2 \times 45^\circ$;
- 015 – контрольна:
 - ✓ перевірити висоту бобишки і шорсткість торців.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення технічних термінів “виробничий процес”, “технологічний процес”, “технологічна операція”, “допоміжний і технологічний перехід”, “установ”, “позиція”.
2. Які види технологічних процесів відновлення деталей встановлені стандартом? Яка їх сутність?
3. Яка послідовність розробки технологічного процесу і технологічної операції?
4. Назвіть параметри критерію застосування.
5. Назвіть склад параметрів КТХ.
6. Назвіть параметри, що характеризують шорсткість поверхні відновлюваних деталей і їх фізичну сутність.
7. Викладіть методику розробки технологічного процесу.

Практична робота № 4

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДОКУМЕНТІВ НА ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗА МАРШРУТНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ

Мета заняття:

1. Отримати навички розробки змісту операції за маршрутною технологією;
2. Вивчити основні вимоги Єдиної системи технологічної документації (ЄСТД);
3. Отримати навички оформлення основних документів на технологічний процес відновлення деталей.

Основні поняття

При розробці технологічного процесу відновлення деталей питанню оформлення технологічної документації надається важливе значення.

ГОСТ 3.11.04-81 передбачає 14 найменувань технічних документів, серед яких найважливішими є: маршрутна карта; операційна карта; карта ескізів; технологічна інструкція; карта технічного контролю.

Маршрутна карта – це технологічний документ майстра, що визначає номер, найменування і зміст операцій, а також їх послідовність при виконанні технологічного процесу відновлення деталі. Маршрутна карта призначена для опису технологічного процесу, включаючи контроль і переміщення по всіх операціях у технологічній послідовності із зазначенням даних про обладнання, оснащення, трудові та інші нормативи відповідно до встановлених форм і використовується для планування виробництва.

Карта ескізів – це графічний технологічний документ робітника, що визначає послідовність впливів, базування деталі, її установку на обладнанні та інші технологічні параметри, необхідні для виконання операції. Карта ескізів призначена для графічної ілюстрації технологічного процесу і його елементів.

Операційна карта – це технологічний документ робітника, що визначає види і послідовність впливів на виконання технологічної операції і необхідних її складових. Операційна карта призначена для опису операцій технологічного процесу відновлення з розчленуванням операцій на переходи, з указанням режимів технологічної обробки, даних про засоби технологічного обладнання розрахункових норм і трудових нормативів і використовується як інструкційна карта для простих випадків аналізу прийомів роботи і норм часу.

Технологічна інструкція призначена для опису прийомів роботи, методики контролю, правил користування обладнанням і пристроями, засобів безпеки і фізико-хімічних явищ, що відбуваються при реалізації технологічного процесу.

Основні вимоги до заповнення технологічних документів

З метою підвищення коефіцієнта наповненості текстової інформації ці документи оформляють на спеціальних бланках (дод. 1-4) із застосуванням способу розподілу інформації по графах “плаваюча графа”.

При цьому способі інформацію записують на бланку вздовж всього рядка. Кожен тип рядка позначають певним службовим символом (букви алфавіту проставляють перед номером відповідного рядка).

Службові символи:

А – найменування цеху, дільниці, робочого місця, номер операції і код, позначення документів;

К – інформація з комплектації виробу, складових частин із зазначенням найменування деталей, їх позначень, позначень підрозділів, звідки надходить комплектуюча частина, коду одиниці величини, одиниці нормування, кількості на вибір і норми витрат.

Б – код, найменування обладнання і інформація по трудовитратах;

М – інформація про застосований основний матеріал і вихідну заготовку, допоміжні й комплектуючі матеріали з указанням коду матеріалу і його найменування, позначенням підрозділів, звідки поступає матеріал, коду одиниці величини, одиниці нормування, кількість на вибір і норми витрати;

О – зміст операції (переходу) відповідно до вимог ЄСТД сьомої класифікаційної групи;

Т – інформація про застосоване при виконанні операції технологічне обладнання, яку записують в такій послідовності: пристрої, допоміжний інструмент, різальний інструмент, слюсарно-монтажний інструмент, засоби виміру (можна не проставляти). Якщо інформація не вміщується на одному рядку, її можна перенести на наступний.

Записи в технологічних документах слід виконувати як найчіткіше, виключаючи можливість суб'єктивного тлумачення. Деталь, що називається в документі не дослівно, треба записувати скорочено, наприклад: “Балка керованого моста” – “Балка”.

Матеріал виробу, різальний інструмент, засоби виміру записують з позначенням ГОСТ, за якими їх випускають, наприклад: “Штангенциркуль ШЦ-11-250-0,06 ГОСТ 166-80”. При повторному написанні опускаються скорочений запис, наприклад: “ШЦ-11-250-0,06”.

Якщо засоби технологічного обладнання випускає промисловість, то у відповідній графі записують їх позначення.

Якщо ж технологічне обладнання виготовляють на підприємстві, то роблять запис: “Власного виготовлення” і вказують заводський шифр.

Між операціями і переходами один рядок залишають вільним. Записи роблять у кожному рядку в один ряд. У нижній частині поля рядка не повинні зливатися з лініями. Текст, що повторюється у графі, слід замінити перший раз словами “Те саме”, а далі – лапками. При відсутності інформації в рядку ставиться прочерк. Якщо запис зроблено в кількох рядках, то запис, розміщений в сусідніх графах, слід робити на рівні першого рядка.

Заголовки граф пишуть з великої букви, а підзаголовки – з малої.

Розмірність величин треба вказувати в заголовках граф. Висота букв і цифр повинна витримуватися в межах 2,5...4,0 мм, їх необхідно писати чітко, виключаючи неправильне прочитання, чорними чорнилами (допускається написання креслярським шрифтом).

При заповненні маршрутної карти у відповідних графах вказують: номер, найменування деталі, службовий символ рядка, найменування цеху, дільниці, робочого місця, номер і назву операції та інші дані відповідно до форми бланка ГОСТ 3.1118-82. (При цьому форму 1 застосовують на виготовлення і ремонт виробу, а форму 2 – на розбірно-збиральні роботи; для наступних листів, як в першому так і в другому випадку, застосовують форму 1б).

У рядку, позначеному відповідним службовим символом, запис слід виконувати по всій довжині рядка, забезпечуючи можливість переносу інформації на наступні рядки; розподіл інформації по кожному засобу технологічного обладнання виконувати через знак “і”. Кількість одночасно застосовуваних одиниць технологічного обладнання необхідно вказати перед їх назвою і взяти в дужки, наприклад “(2) фреза дискова”. Послідовність запису, а значить і позначення службовими символами в маршрутній карті так: “А”, “Б”, “О”, “Т”. Зразок заповнення маршрутної карти (див. дод. 1).

Карту ескізів на технологічний процес, операцію і переходи розробляють на підставі ремонтного або робочого креслення деталі, технічних вимог до дефектації (Керівництво з капітального ремонту) і маршрутної карти на усунення групи дефектів відповідно до ГОСТ 3.1104-81 і 3.1105-84. Вона може виконуватися без дотримання масштабу, але з приблизним додержанням порцій, з використанням креслярських інструментів (допускається виконувати зображення від руки).

Зображення виробу на ескізі повинні мати граничні відхилення, позначення шорсткості, баз, опор, затисків, установлювально-затискних пристроїв, необхідних для виконання операцій, для яких розроблено ескіз. Всі розміри оброблюваних поверхонь умовно нумерують арабськими цифрами. Номер розміру проставляють в колі діаметром 6-8 мм і з'єднують з розмірною і виносною лінією. При цьому розміри, граничні відхилення оброблюваної поверхні в тексті змісту операцій або переходу не вказують. При виконанні в одному документі кількох ескізів до різних операцій одного технологічного процесу допускається наскрізна нумерація оброблюваних поверхонь. При цьому номери однієї оброблюваної поверхні в різних операціях можуть бути неоднаковими. Оброблювані поверхні слід обводити лінією товщиною 28.

Технічні вимоги треба розміщувати на вільній частині карти ескізів справа від зображення виробу або під ним, як таблиці й графіки.

Якщо зображення виробу стосується кількох послідовних операцій, то їх номери 005-025 записують у відповідному місці карти ескізів. Нумерацію розмірів слід виконувати за годинниковою стрілкою.

Розміри й граничні відхилення наносять на зображення по ГОСТ 2.307-68 і 2.309-73; опори, що визначають технологічні бази, напрямки і точки їх застосування, за ГОСТ 3.1107-81 (для спрощення ескізів опори і затискачі допускається зображувати знаком без указування їх спеціалізованого призначення); шорсткість ГОСТ 2.309-73, зразок заповнення карти ескізів (див. дод. 2).

Операційну карту оформляють для кожної технологічної операції за формою, регламентованою ЄСТД. Так, при створенні операційної карти на

обробку металів різання керуються вимогами ГОСТ 3.1404-86 (правила запису операцій і переходів регламентуються ГОСТ 3.1702-79); на термічну обробку – ГОСТ 3.1118-82 (форма маршрутної карти) з позначенням і лівому нижньому куті МК/КТП, на зварювання – ГОСТ 3.1115-79; на слюсарні, слюсарно-збиральні й електромонтажні роботи – ГОСТ 3.1407-86 (форма маршрутної карти) з позначенням в лівому нижньому куті МК/КТП.

Запис операцій і переходів при цьому здійснюють, враховуючи вимоги ГОСТ 2.1703-79; на виконання гальванічних покриттів ГОСТ 3.1121-84 (карта типового технологічного процесу КТТП); на дефектацію і очищення деталей від забруднень – ГОСТ 3.1115-79; на технічний контроль – ГОСТ 3.1502-85 (запис ведуть в операційній карті порядкова кількома типами, кожному з яких відповідає свій службовий символ – А, Б, К, М, Т; вказівки до окремих контрольованих розмірів або параметрів роблять після записів відповідних даних з нового рядка по всій довжині, забезпечуючи можливість переносу інформації на наступні рядки); на випробування і діагностування – ГОСТ 3.1507-84 (для запису використовують технологічну інструкцію за ГОСТ 3.1105-84); на ремонт і виготовлення виробу – за ГОСТ 3.1118-82 (записи ведуть за ГОСТ 3.1115-79).

При заповненні операційної карти оперують такими службовими символами: “М”, “О”, “Т”, “Р”. Символ “Р” позначають режими обробки, які записують після всіх переходів даної операції в тій же послідовності, що й переходи (службові символи записують перед номером рядка). Зразок заповнення операційної карти (див. дод. 3).

Методика розробки схеми маршрутного технологічного процесу

Схему маршрутного технологічного процесу розробляють на підставі подефектного технологічного процесу в такій послідовності:

1. Вивчення типового технологічного процесу відновлення деталей даного класу і усвідомлення принципу його побудови (тобто послідовність видів роботи).

2. Призначення змісту операцій і їх послідовність для усунення груп дефектів, що входять в маршрут.

3. Розробка змісту переходів. При цьому для кожної операції визначають допоміжні й технологічні переходи з урахуванням об'єднання однойменних операцій по різних дефектах маршруту.

4. Призначення для кожної операції обладнання, пристроїв вимірювального і різального інструменту, розряду робіт. Зразок схеми маршрутного технологічного процесу наведено в табл. 7.

Методика оформлення технологічних документів

1. Розробка маршрутного технологічного процесу на підставі по дефектного технологічного процесу.

2. Оформлення маршрутної карти відповідно до вищевикладених вимог і на підставі даних маршрутного технологічного процесу. В таблицю, викреслену за формою дод. 1, заносять номер, назву і зміст кожної технологічної операції,

марку обладнання, вимірювальний і різальний інструмент, що застосовується при її виконанні.

3. Оформлення карти ескізів з урахуванням розглянутих вище вимог. У таблиці, викресленій за формою дод.2 графічно зображують основні дефекти деталей, її розміри за кресленням, ремонтні розміри і окремі параметри КТХ.

4. Оформлення операційної карти з урахуванням розглянутих вище вимог у таблиці, викресленій за формою дод. 3, 4 заносять номери і зміст технологічних переходів, найменування обладнання і його марку, найменування вимірювального і різального інструменту з указанням ГОСТ, за якими їх вибирають.

Приклад оформлення технологічних документів на відновлення деталей за маршрутною технологією:

1. Вихідні дані.

9. Відновлювальна деталь і маршрут ремонту, вид і характер дефектів:
Балка керованого моста тролейбуса ЗіУ-9.

Дефекти: зношення отвору під шворінь; зношення торців бобишки.

10. Конструктивно-технологічна характеристика деталі (дають за формою, розглянутою на попередньому практичному занятті).

11. Основні вимоги “Керівництва з проведення капітального ремонту тролейбуса ЗіУ-9” до відновлювальної деталі (викладені на попередньому практичному занятті).

2. Способи усунення дефектів (визначають за формою розглянутою на попередньому практичному занятті).

3. Схеми подефектного технологічного процесу (розроблені на попередньому практичному занятті).

4. Схема маршрутного технологічного процесу (розробляють за вищевказаною методикою і оформляють у вигляді табл. 7).

5. Оформлення маршрутної карти за формою дод. 1.

6. Оформлення карти ескізів за формою дод. 2.

7. Оформлення операційної карти за формою дод. 3.

Таблиця 7

Зразок схеми маршрутного технологічного процесу.

Найменування операції. Зміст переходів	Обладнання і інструмент	База і спосіб закріплення	Технічні вимоги
1	2	3	4
005. Свердлильна	Радіально-свердлильний 2Н55	Майданчики під ресори, пневмозатиск	Отвір під шворінь співвісно з віссю шпинделя
1. Встановити балку в пристрій на верстат			
2. Зенкувати отвір під шворінь	Зенкер 2320-PI8	—	43,80
3. Розвернути отвір під втулку	Розгортка 6 Ø44	—	$44^{+0,05}_{-0,05}$ R _a 1,25 мкм. Не циліндричність не більш ТД
010. Пресова			
1. Встановити балку на підставку преса	Прес 10 т	Верхній торець бобишки	Отвір під шворінь співвісно з віссю штока пресу
2. Запресувати втулку в отвір бобишки	—	—	Паз втулки сумістити з отвором під стопор
015. Свердлильна			
1. Встановити балку в пристрій на верстат	Радіально-свердлильний 2Н55	Майданчики під ресори, пневмозатиск	Отвір під шворінь співвісно з віссю шпинделя
2. Розвернути отвір по втулці під розмір робочого креслення	Розгортка 2363-PI8		$38^{+0,035}_{-0,10}$
3. Зенкувати отвір	Зенківка 2230-PI8	—	2×45°
4. Повернути балку на 180°	Радіально-свердлильний 2Н55	Майданчики під ресори, пневмозатиск	Отвір під шворінь співвісно з віссю шпинделя
5. Зенкувати отвір з другого боку	Зенківка 2230-PI8	-	2×45°

1	2	3	4
020. Фрезерна			
1. Вставити балку в пристрій верстату	Горизонтально-фрезерний 6М83Г	Те саме	Отвір під шворінь співвісно з віссю шпинделя
2. Фрезерувати торці бобишки парними фрезами	Фрези 2223-PI8	—	“Як чисто”, довжина не менше 89 мм
3. Притупити гострі кромки	Шліфувальна машинка ЦП-2002, шліфувальний круг ПП-125×10×32 24А 4 ОПС2-СТ19 К5А	—	Гострі кромки на торцях не допускаються
025. Контрольна			
1. Перевірити діаметр отвору	Нутромір 18-50 ГОСТ 868-82	—	$38^{+0,035}_{-0,10}$
2. Перевірити висоту бобишки	Штангенциркуль ШЦ-11-250-0,05 ГОСТ 166-80	—	Не менше 89 мм
3. Перевірити шорсткість поверхонь отвору і торців бобишки	Зразки шорсткості	—	R _a отвору не більше 1,25 мкм R _a отвору не більше 2,5 мкм
4. Перевірити не перпендикулярність осі отвору до поверхні торців бобишки	Пристрої	—	Не більше 0,1 мм

Контрольні запитання

1. Які види технологічних процесів відновлення деталей встановлені стандартом?
2. У чому полягає фізичний зміст єдиного технологічного процесу?
3. У чому полягає фізичний зміст типового технологічного процесу?
4. Назвіть основні ознаки, за якими характеризується кожен вид технологічного процесу.
5. Як розділяють технологічні процеси за призначенням?
6. Як поділяють технологічні процеси за ступенем деталізації їх змісту?
7. У чому полягає фізичний зміст маршрутного технологічного процесу?
8. У чому полягає фізичний зміст операційного технологічного процесу?
9. У чому полягає фізичний зміст маршрутно-операційного технологічного процесу?
10. Викладіть послідовність розробки технологічного процесу за подефектною технологією.
11. Викладіть послідовність розробки технологічного процесу за маршрутною технологією.
12. Назвіть основні вимоги до розробки маршрутної карти.
13. Назвіть основні вимоги до розробки карти ескізів.
14. Назвіть основні вимоги до розробки операційної карти.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. «Ремонт автомобилей». Учебник / Под. ред.. С. И. Румянцева – М.: Транспорт, 1981.- 462 с.
2. ГОСТ 3.1109-82, 3.1404-86, 3.1407-86. «Единая система технологической документации».

ЗМІСТ

Практична робота № 1. ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ЦИКЛУ РЕМОНТУ РУХОМОГО СКЛАДУ ШЛЯХОМ ПОБУДОВИ ЛІНІЙНОГО ГРАФІКА РОБІТ.....	3
Практична робота № 2. РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТНОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	7
Практична робота № 3. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗА ПОДЕФЕКТНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ.....	19
Практична робота № 4. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДОКУМЕНТІВ НА ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗА МАРШРУТНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ.....	27
СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	34

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до проведення практичних занять
з дисципліни

ВИПРОБУВАННЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

(для студентів 4, 5 курсів всіх форм навчання напряму підготовки
0922 (6.050702) «Електромеханіка» спеціальності
«Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»)

Укладач: ЗУБЕНКО Денис Юрійович

Відповідальний за випуск

Редактор К. В. Дюкар

Комп'ютерне верстання О. А. Балашова

План 2010, поз. 176 м

Підп. До друку 12. 05. 2010 р.
Друк на ризографі.
Зам. №

Формат 60x84/16
Ум. друк. арк. 2,1
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
Вул.. Революції, 12. Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4064 від 12. 05. 2011 р.